

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ



ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ  
ПРОМЫШЛЕННОЙ СОБСТВЕННОСТИ

Бережковская наб., 30, корп. 1, Москва, Г-59, ГСП-5, 123995  
Телефон 240 60 15. Телекс 114818 ПДЧ. Факс 243 33 37

REC'D 21 JUL 2004

WIPO

PCT

Наш № 20/12-367

“5” июля 2004 г.

## СПРАВКА

Федеральный институт промышленной собственности (далее – Институт) настоящим удостоверяет, что приложенные материалы являются точным воспроизведением первоначального описания, формулы, реферата и чертежей (если имеются) заявки № 2003135481 на выдачу патента на изобретение, поданной в Институт в декабре месяце 8 дня 2003 года (08.12.2003).

Название изобретения:

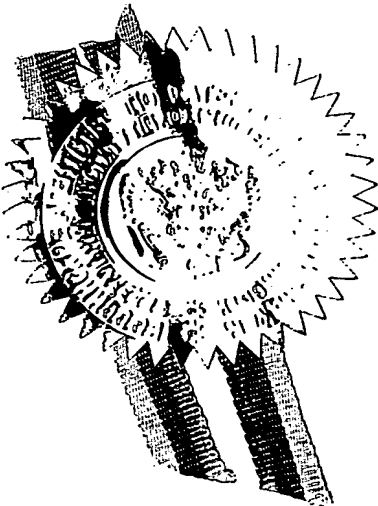
Способ повышения эффективности работы  
лопасти (варианты)

Заявитель:

ЩУКИН Илья Львович

Действительные авторы:

ЩУКИН Илья Львович  
ЩУКИН Андрей Львович  
ЗЕЛЬВИНСКИЙ Семен Михайлович  
ЛИПНИЦКИЙ Юрий Михайлович



**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

Заведующий отделом 20

А.Л. Журавлев

## Способ повышения эффективности работы лопасти (варианты).

Изобретение относится к области машиностроения, в частности к лопастным машинам для нагнетания воздуха, в частности к вентиляторам и воздуходувкам), а также к лопастям различного рода движителей (вертолеты, самолеты и др).

Известен способ повышения эффективности работы лопастей, заключающийся в том, лопасти радиально устанавливают вокруг вала ротора и выполняют в виде крыла, при этом осуществляют отсос воздуха в корневой области лопасти (комля), перепуск этого воздуха в зону передней кромки лопасти с последующим его выдувом вдоль верхней поверхности лопасти, (см., патент США №6203269, кл. F 01 D 5/14, 20.03.2001).

Данный способ позволяет уменьшить отрыв потока воздуха на верхней поверхности лопасти за счет увеличения скорости потока воздуха. Однако, данный способ мало эффективен, что связано с достаточно большими энергетическими затратами на вдув воздуха вдоль поверхности лопасти.

Наиболее близким к изобретению по технической сущности и достигаемому результату является способ повышения эффективности работы лопастей ротора, заключающийся в том, что лопасти радиально устанавливают вокруг вала ротора и выполняют в виде крыла, а на поверхности лопасти со стороны противоположной набегающему потоку воздуха выполняют отсос пограничного слоя через систему щелевидных отверстий, (см., патент Российской Федерации, № 2002087, кл. F 02 K 3/00, 30.10.1993).

Недостатком данного способа повышения эффективности работы лопастей ротора является то, что такое управление пограничным слоем имеет сложную конструкцию и высокие затраты энергии на отсос потока, что связано с большим сопротивлением магистралей, соединяющих

щелевые отверстия с источником низкого давления в лопасти.

Задачей, на решение которой направлено настоящее изобретение, является повышение эффективности работы лопасти, в том числе и в составе нагнетателя воздуха или ротора движителя за счет обеспечения безотрывного обтекания лопастей, выполненных в виде крыла с толстым аэродинамическим профилем, и снижения затрат энергии на управление пограничным слоем, путем отсоса пограничного слоя с поверхности лопасти со стороны, противоположной набегающему потоку воздуха.

Указанная задача решается за счет того, что в способе повышения эффективности работы лопасти последнюю выполняют в виде крыла и на поверхности лопасти со стороны противоположной набегающему потоку воздуха осуществляют отсос пограничного слоя через систему щелевидных отверстий, при этом лопасть выполняют с толстым аэродинамическим профилем, отсос воздуха осуществляют через систему выполненных вдоль лопасти щелевидных отверстий в выполненные под этими отверстиями вдоль последних каверны с центральным продольным полым телом в каждой из них, образующим в каждой каверне кольцевой канал с формированием в последнем набегающим потоком воздуха вихреобразного потока, из каверн и из центральных тел осуществляют отсос воздуха через отводные каналы, а из последних воздух выводят за пределы лопасти, причем внутри каверн путем установки перегородок и на внешней поверхности лопасти путем установки ребер ограничивают стекание потока воздуха вдоль каверн и вдоль лопасти.

Воздух из отводных каналов может быть удален за счет центробежных сил и возникающей при этом разницы давлений между комлем и концом лопасти при вращении установленной в радиальном направлении относительно оси вращения лопасти, через выходной канал или отверстие, выполненные в лопасти со стороны ее конца во внешнюю среду.

Воздух из отводных каналов может быть откачан посредством

отсасывающего устройства, например вентилятора или эжектора.

Может быть осуществлен вдув воздуха в вихреобразный поток воздуха в кольцевом канале каверн.

Может быть осуществлено регулирование отсоса воздуха путем установки на выходе из каверн и центральных тел или на выходе из отводных каналов регулирующих расход воздуха элементов.

В другом варианте выполнения указанная выше задача решается в способе повышения эффективности работы лопасти, в котором последнюю выполняют в виде крыла и на поверхности лопасти со стороны противоположной набегающему потоку воздуха осуществляют отсос пограничного слоя через систему щелевидных отверстий, при этом лопасть выполняют с толстым аэродинамическим профилем, отсос воздуха осуществляют через систему выполненных вдоль лопасти щелевидных отверстий в выполненные под этими отверстиями вдоль последних каверны с формированием в последних набегающим потоком воздуха вихреобразного потока, из каверн осуществляют отсос воздуха через отводные каналы, а из последних воздух выводят за пределы лопасти, причем внутри каверн путем установки перегородок и на внешней поверхности лопасти путем установки ребер ограничивают стекание потока воздуха вдоль каверн и вдоль лопасти.

Отсос воздуха из отводного канала может быть осуществлен за счет центробежных сил и возникающей при этом разницы давлений между комлем и концом лопастей при вращении радиально установленных лопастей вокруг вала, через выходной канал или отверстие, выполненные в лопастях со стороны их конца.

Отсос воздуха из отводных каналов может быть осуществлен посредством отсасывающего устройства, например вентилятора или эжектора.

Может быть осуществлен вдув воздуха в вихреобразный поток воздуха в каверны.

Может быть осуществлено регулирование отсоса воздуха путем установки на выходе из каверн или отводных каналов регулирующих расход воздуха элементов.

Анализ работы лопасти показал, что при обтекании потоком воздуха профиля лопасти на поверхности лопасти со стороны набегающего потока ближе к задней кромке лопасти реализуется течение с положительным градиентом давления, которое препятствует движению воздуха в области пограничного слоя, где скорости относительно малы. Результатом такого воздействия может быть отрыв потока от поверхности в кормовой части лопасти и, как следствие, значительное увеличение аэродинамического сопротивления профиля лопасти при снижении подъемной силы.

Для улучшения аэродинамических характеристик профиля лопасти может быть повышена скорость воздуха, обтекающего поверхность лопасти со стороны набегающего потока. Одним из способов ускорения воздушного потока, обтекающего эту поверхность крыла, является отсос пограничного слоя, что позволяет потоку преодолевать без отрыва положительные градиенты давления на криволинейной верхней ( в случае для несущего винта вертолета) поверхности лопасти.

Выполнение лопастей с описанной выше системой каверн, в том числе и с центральными телами, и отводных каналов позволяет значительно снизить затраты энергии на отсос пограничного слоя и, как следствие, улучшить аэродинамические характеристики лопастей с увеличением создаваемой лопастью подъемной силы. Дополнительные возможности по снижению затрат энергии достигаются за счет ограничения продольного перетекания откачиваемого воздуха вдоль каверн и воздушного потока вдоль наружной поверхности лопастей.

Возможны два варианта создания низкого давления в отводных каналах. Экономически целесообразно использование центробежной силы, которая, действует на отсасываемый воздух в отводных каналах, создавая условия для его отсоса из каверн и центральных тел. Если центробежной

силы недостаточно, то может быть целесообразно принудительно отсасывать воздух из отводных каналов, например с помощью вентилятора, эжектора или какого либо другого отсасывающего устройства.

На фиг. 1 изображено поперечное сечение лопасти ротора.

На фиг. 2 изображено поперечное сечение каверны с центральным телом и схемой воздушных потоков.

На фиг. 3 изображен вид лопасти со стороны щелевидных отверстий с ребрами, ограничивающими стекание потока воздуха вдоль лопасти.

На фиг. 4 изображено поперечное сечение лопасти по второму варианту ее выполнения.

При реализации способа работы лопасти 1 (или лопатки, что в данном случае одно и тоже) радиально устанавливают вокруг вала 2 ротора 3. Лопать 1 выполнена в виде крыла с толстым аэродинамическим профилем и на поверхности лопасти 1 со стороны противоположной набегающему потоку воздуха выполнена вихревая система управления пограничным слоем, состоящую из выполненных вдоль лопасти щелевидных отверстий 4. Под этими отверстиями 4 вдоль последних выполнены каверны 5 с центральным продольным полым телом 6 (или без них в зависимости от варианта выполнения лопасти) в каждой из них, образующим в каждой каверне кольцевой канал 7 с формированием в последнем набегающим потоком воздуха вихреобразного потока. Отвод отсасываемой среды из каверн 5 и центральных тел 6 осуществляют посредством отводных каналов 8, которые могут быть сообщены на выходе с внешней средой или отсасывающим устройством. Внутри каверн 5 установлены перегородки (не показаны), разделяющие каверну 5 на несколько участков. На внешней поверхности лопасти 1 установлены вдоль набегающего потока ребра 9 (см. фиг.3).

Отводные каналы 8 могут быть сообщены с отсасывающим устройством, например вентилятором или эжектором (не показан на

чертежах) или внешней средой со стороны конца 10 лопасти 1 или ее комля 11 (см. фиг.3).

На выходе отводных каналов 8 или на выходе из каверн 5 и центральных тел 6 могут быть установлены регулирующие расход воздуха элементы (не показаны на чертеже).

В процессе работы лопасти 1, радиально установленные вокруг вала 2, приводятся во вращение. На поверхности лопасти со стороны противоположной набегающему потоку воздуха стороне лопастей 1 ближе к их выходной кромке выполняют отсос пограничного слоя через систему щелевидных отверстий 4 в выполненные под этими отверстиями 4 вдоль последних каверны 5 с центральным продольным полым телом 6 (без центральных тел для второго варианта выполнения, см. фиг. 4) в каждой из них. В результате набегающим потоком воздуха в каждой каверне 5 или в ее кольцевом канале 7 формируется вихреобразный поток. Из каверн 5 и из центральных тел 6 осуществляют отсос воздуха через отводные каналы 8, из которых воздух отсасывают и выводят за пределы лопастей 1. Внутри каверн 5 путем установки перегородок с заданным шагом и на внешней поверхности лопастей 1 путем установки ребер 9 с заданным шагом ограничивают стекание потока воздуха вдоль каверн 5 и вдоль наружной поверхности лопастей 1.

При необходимости интенсификации работы может быть осуществлен вдув воздуха в вихреобразный поток воздуха каверны 5.

Возможно осуществление регулирования режима отсоса пограничного слоя путем установки на выходе из отводных каналов 8 или из каверн 5 и центральных тел 6 регулирующих расход воздуха элементов.

Исследования аэродинамических характеристик вращающихся лопастей 1 ротора показали, что:

- величина коэффициента подъемной силы значительно больше.
- положительное значение коэффициента подъемной силы сохраняются при больших отрицательных углах атаки.

Конструктивное создание лопастей 1 ротора с описанной системой управления пограничным слоем обуславливает возможность использования толстого аэродинамического профиля.



## Формула изобретения

1. Способ повышения эффективности работы лопасти, заключающийся в том, лопасть выполняют в виде крыла и на поверхности лопасти со стороны противоположной набегающему потоку воздуха осуществляют отсос пограничного слоя через систему щелевидных отверстий, отличающийся тем, что лопасть выполняют с толстым аэродинамическим профилем, при этом отсос воздуха осуществляют через систему выполненных вдоль лопасти щелевидных отверстий в выполненные под этими отверстиями вдоль последних каверны с центральным продольным полым телом в каждой из них, образующим в каждой каверне кольцевой канал с формированием в последнем набегающим потоком воздуха вихреобразного потока, из каверн и из центральных тел осуществляют отсос воздуха через отводные каналы, а из последних воздух выводят за пределы лопасти, причем внутри каверн путем установки перегородок и на внешней поверхности лопасти путем установки ребер ограничивают стекание потока воздуха вдоль каверн и вдоль лопасти.

2. Способ повышения эффективности работы лопасти по п.1, воздух из отводных каналов отсасывают посредством отсасывающего устройства, например вентилятора или эжектора.

3. Способ повышения эффективности работы лопасти по п.1, отличающийся тем, что осуществляют вдув воздуха в вихреобразный поток воздуха в каверны.

4. Способ повышения эффективности работы лопасти по п.1, отличающийся тем, что отсос воздуха регулируют путем установки на выходе из каверн и центральных тел или на выходе из отводных каналов регулирующих расход воздуха элементов.

5. Способ повышения эффективности работы лопасти, заключающийся в том, лопасть выполняют в виде крыла и на поверхности лопасти со стороны противоположной набегающему потоку воздуха осуществляют отсос пограничного слоя через систему щелевидных

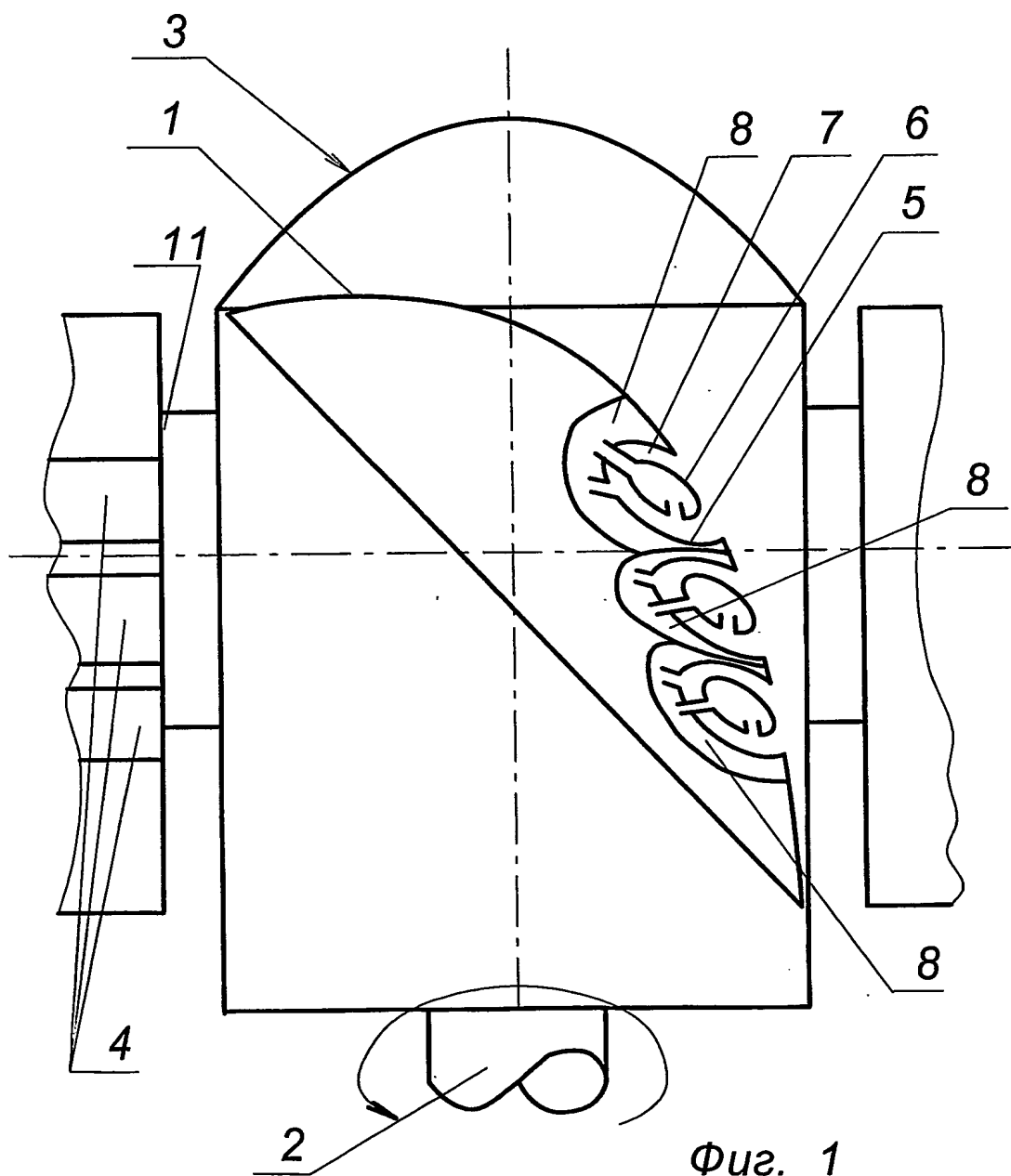
отверстий, отличающийся тем, что лопасть выполняют с толстым аэродинамическим профилем, при этом отсос воздуха осуществляют через систему выполненных вдоль лопасти щелевидных отверстий в выполненные под этими отверстиями вдоль последних каверны с формированием в последних набегающим потоком воздуха вихреобразного потока, из каверн осуществляют отсос воздуха через отводные каналы, а из последних воздух выводят за пределы лопасти, причем внутри каверн путем установки перегородок и на внешней поверхности лопасти путем установки ребер ограничивают стекание потока воздуха вдоль каверн и вдоль лопасти.

6. Способ повышения эффективности работы лопасти по п.5, отличающийся тем, что воздух из отводных каналов отсасывают посредством отсасывающего устройства, например вентилятора или эжектора.

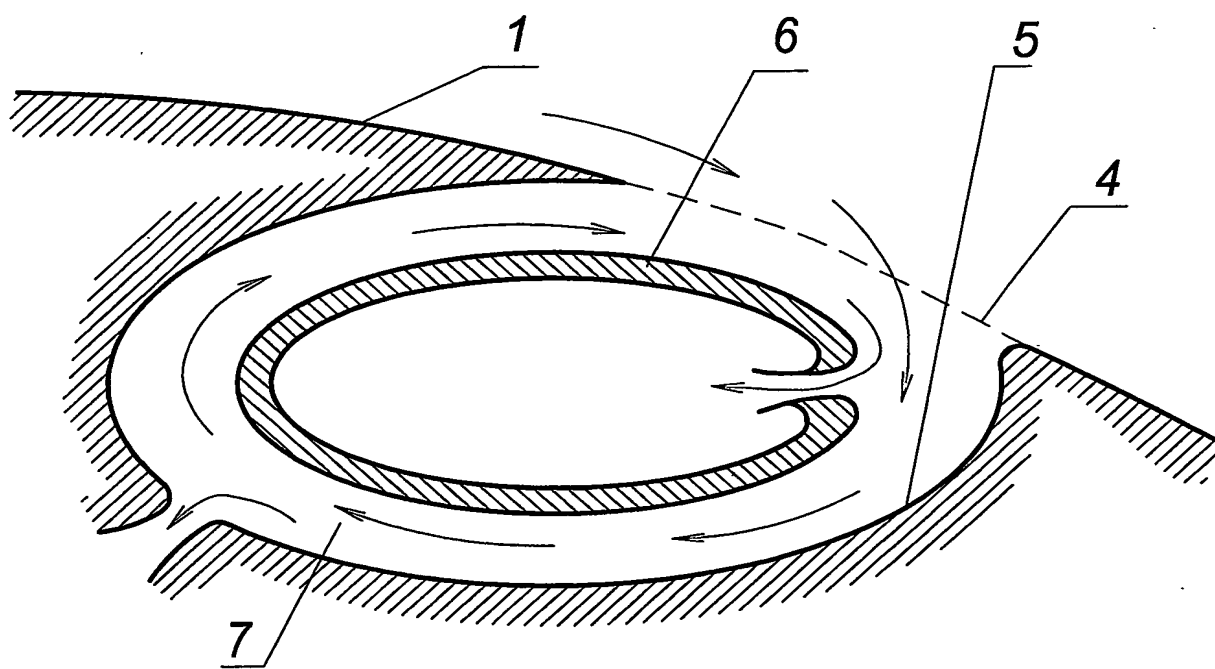
7. Способ повышения эффективности работы лопасти по п.5, отличающийся тем, что осуществляют вдув воздуха в вихреобразный поток воздуха в кавернах.

8. Способ повышения эффективности работы лопасти по п.5, отличающийся тем, что отсос воздуха регулируют путем установки на выходе из каверн или на выходе из отводных каналов регулирующих расход воздуха элементов.

Способ повышения эффективности работы  
лопасти (варианты)

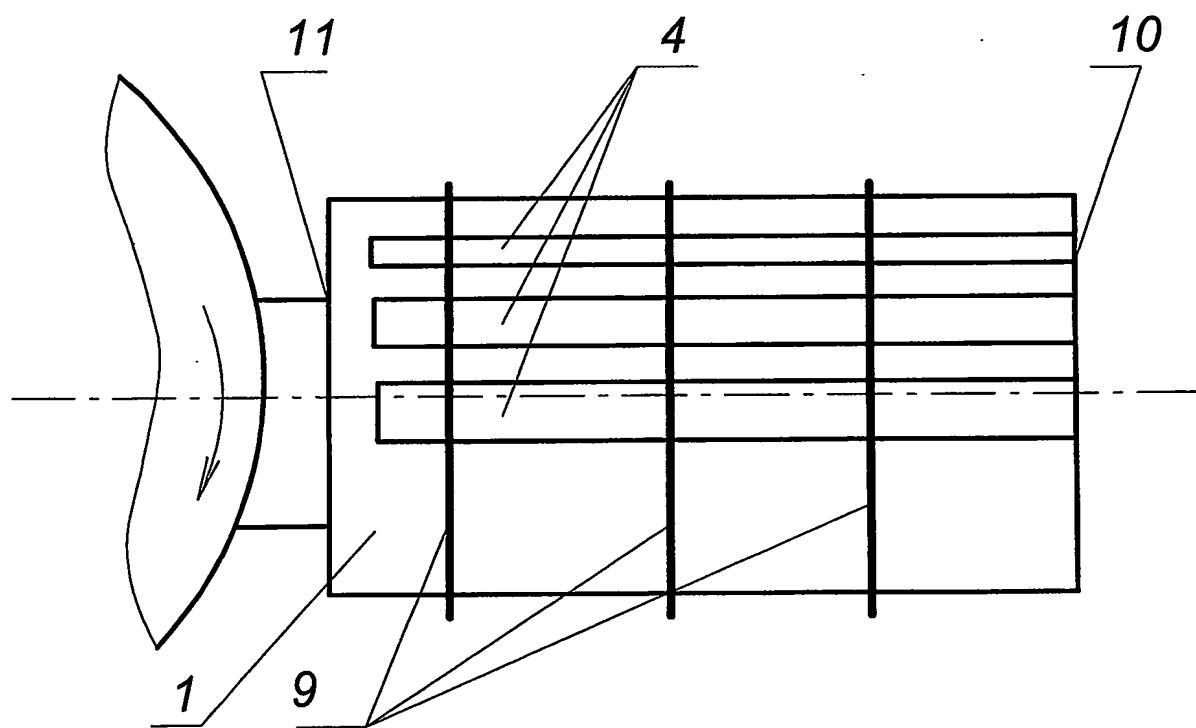


Способ повышения эффективности работы  
лопасти (варианты)



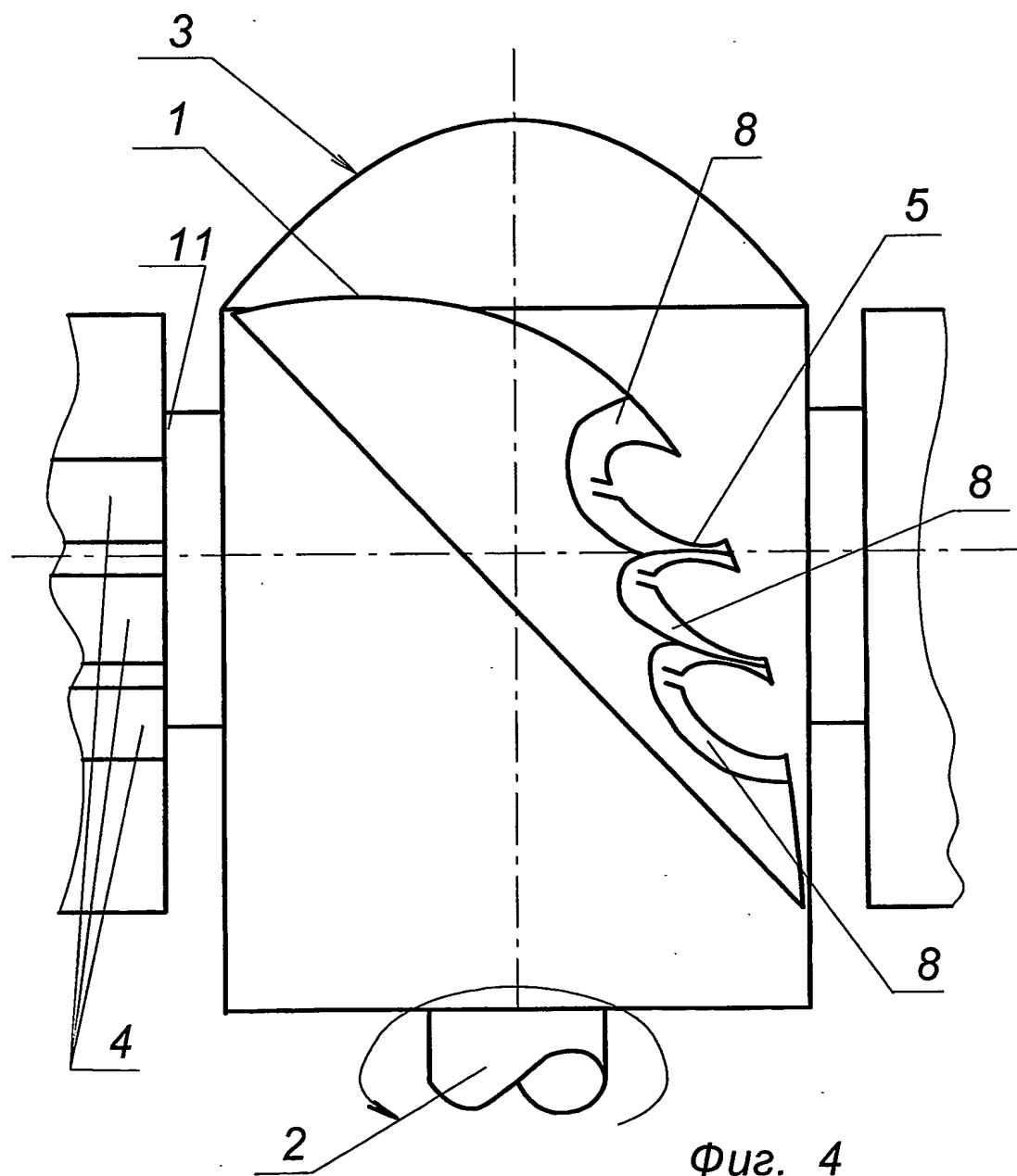
Фиг. 2

Способ повышения эффективности работы  
лопасти (варианты)



Фиг.3

Способ повышения эффективности работы  
лопасти (варианты)



## Реферат

### Способ повышения эффективности работы лопасти (варианты).

Изобретение относится к области машиностроения, в частности к лопастным машинам для нагнетания воздуха, в частности к вентиляторам и воздуходувкам, а также к лопастям различного рода движителей. Способ повышения эффективности работы лопасти заключается в том, лопасть выполняют в виде крыла и на поверхности лопасти со стороны противоположной набегающему потоку воздуха осуществляют отсос пограничного слоя через систему щелевидных отверстий. Лопасть выполняют с толстым аэродинамическим профилем, при этом отсос воздуха осуществляют через систему выполненных вдоль лопасти щелевидных отверстий в выполненные под этими отверстиями вдоль последних каверны с центральным продольным полым телом в каждой из них, образующим в каждой каверне кольцевой канал с формированием в последнем набегающим потоком воздуха вихреобразного потока, из каверн и из центральных тел осуществляют отсос воздуха через отводные каналы, а из последних воздух выводят за пределы лопасти, причем внутри каверн путем установки перегородок и на внешней поверхности лопасти путем установки ребер ограничивают стекание потока воздуха вдоль каверн и вдоль лопасти. В другом варианте выполнения лопасти каверну выполняют без центрального тела. В результате достигается повышение эффективности работы лопасти.

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**